

(Zn,Ti)O ナノワイヤによる高熱耐性・高識別能分子輸送制御デバイスの創成

Thermally Stable and Highly Discriminable Molecule Transporter Based on (Zn,Ti)O Nanowires

九大先導研¹, 阪大産研², Yong He¹, ○長島 一樹¹, 吉田 秀人², 高橋 綱己¹, Guozhu Zhang¹,

金井 真樹¹, 竹田 精治², 柳田 剛¹

IMCE Kyusyu Univ.¹, ISIR Osaka Univ.², Y. He¹, ○K. Nagashima¹, H. Yoshida², T. Takahashi¹,

G. Zhang¹, M. Kanai¹, S. Takeda² and T. Yanagida¹

E-mail: kazu-n@cm.kyushu-u.ac.jp

【緒言】近年、人の呼気成分と疾病との関連性が解明されつつあり、非侵襲の新しい健康診断法である呼気診断へ向けたセンサデバイスの開発が現在世界中で展開されている。呼気中に数多く存在する揮発性有機化合物(VOCs)を電氣的に検出・識別するセンシング技術の開発が呼気診断実現の鍵となるが、一般に呼気中の疾病マーカー分子の VOCs 濃度は極めて低く(数～数百 ppb オーダー)、マーカー分子と構造・化学的特性が類似した分子群が混在するため、センサデバイスを用いて疾病マーカー分子のみを選択的に検出・識別することは極めて困難である。上記問題を解決するためにはマーカー分子を選択的に捕集・識別し、任意のタイミングでセンサデバイスへ輸送する分子輸送制御デバイスの構築が不可欠である。しかしながら、既存の技術ではセンサデバイスとの融合に不可欠な高耐熱性と分子識別能の両立が困難であるといった本質的な問題を抱えている。そこで本研究では、分子指紋を施した酸化物膜で表面コーティングを行ったナノワイヤ構造体を創成し、肺癌マーカーの 1 つであるベンズアルデヒドの捕集・輸送制御において高耐熱性及び分子識別能の実証に成功したので報告する。

【実験】水熱合成法により作製した酸化亜鉛(ZnO)ナノワイヤ上に、ベンズアルデヒドの分子指紋を有する酸化チタン膜をゾル-ゲル法により形成した。ゾル-ゲル形成プロセスにおける ZnO ナノワイヤの溶解を防ぐために界面 Ti 層を導入した。次いで 20mL のバイアル瓶中でベンズアルデヒド、トルエン、3-メチル-2-ブテナール、ヘキサナール、プロパナールから成る混合分子を用いて吸着実験を行った。作製したナノワイヤの構造、組成、及び脱離分子種を FESEM、TEM、EDS、GC-MS によりそれぞれ評価した。

【結果】分子指紋を有する酸化物ナノワイヤ構造体を用いてベンゼンアルデヒド分子の捕集効果を検証した結果、400℃200回以上の熱サイクル耐性が実証されると共に、分子指紋を持たないナノワイヤ構造体と比較して圧倒的に高い分子捕集効果が確認された(15 倍以上)。混合分子吸着実験より、類似分子構造・官能基を有する分子群の存在下においても、本ナノワイヤ表面が標的分子を認識可能であることを見出した。種々の解析により、上記分子選択性が分子指紋の構造・官能基認識能に起因して得られるものであること、更には分子構造が極めて類似した分子群においては分子吸着状態の差異に基づく分子脱離温度の違いを利用した識別が可能であることが明らかとなった。本研究で得られた一連の結果は、従来不可能であった超低濃度の呼気マーカー分子の電氣的検出・識別を本質的に可能にする極めて重要な知見である。

